

Abbildungsvorrichtung für die Abbildung des Lichtes einer Halbleiterlasereinheit mit einer Mehrzahl von Emitttern in eine Arbeitsebene sowie Beleuchtungsvorrichtung mit einer derartigen Abbildungsvorrichtung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abbildungsvorrichtung für die Abbildung des Lichtes einer Halbleiterlasereinheit mit einer Mehrzahl von Emitttern in eine Arbeitsebene, umfassend ein Kollimationsmittel für die zumindest teilweise Kollimierung des von der

10

Halbleiterlasereinheit ausgehenden Lichtes in zumindest einer, zur Ausbreitungsrichtung des Lichts im Wesentlichen senkrechten Richtung, sowie Fokussiermittel für die zumindest teilweise Fokussierung oder Abbildung des zumindest teilweise kollimierten Lichts in die Arbeitsebene. Weiterhin betrifft die vorliegende

15

Erfindung eine Beleuchtungsvorrichtung zur Beleuchtung eines vorgebbaren Bereichs einer Arbeitsebene, umfassend eine Halbleiterlasereinheit und eine Abbildungsvorrichtung der vorgenannten Art.

20

Eine Abbildungsvorrichtung und eine Beleuchtungsvorrichtung der vorgenannten Art sind aus dem US-Patent US 6,433,934 B1 bekannt.

Bei der darin beschriebenen Beleuchtungsvorrichtung wird als Halbleiterlasereinheit ein Laserdiodenbarren verwendet, der eine Vielzahl von Emitttern aufweist, die beabstandet zueinander in einer ersten Richtung nebeneinander angeordnet sind. Bei dieser ersten Richtung handelt es sich um die sogenannte Slow-Axis, innerhalb derer die Divergenz des aus dem Laserdiodenbarren austretenden Lichtes kleiner ist als in einer dazu senkrechten, als Fast-Axis bezeichneten Richtung. Im Anschluss an den Laserdiodenbarren sieht

25

30

die Abbildungsvorrichtung eine als Kollimationsmittel dienende Fast-Axis-Kollimationslinse für die Kollimierung der Divergenz in Fast-Axis-Richtung vor. Daran anschließend sind zwei Arrays von Zylinderlinsen

-2-

vorgesehen, deren Zylinderachsen sich in der Fast-Axis erstrecken. Eine jede dieser Zylinderlinsen ist jeweils einem der Emitter des Laserdiodenbarrens zugeordnet und dient zur Kollimierung beziehungsweise zur Fokussierung des Slow-Axis-Anteils des Lichtes.

5 Durch diese beiden Zylinderlinsenarrays wird hinsichtlich der Slow-Axis ein Nahfeldbild der Emitter erzeugt, bei dem das Licht der einzelnen Emitter nicht überlappt ist. Dieses Nahfeldbild wird durch weitere Kollimations- beziehungsweise Fokussierlinsen oder Feldlinsen in eine Arbeitsebene abgebildet. Diese Arbeitsebene kann

10 beispielsweise die Modulationsebene eines Modulators für eine Druckanwendung sein.

Als nachteilig bei einer Beleuchtungsvorrichtung und einer Abbildungsvorrichtung gemäß dem vorgenannten Stand der Technik

15 erweist sich, dass in der Regel die einzelnen Emitter eines Laserdiodenbarrens miteinander korreliert sind, so dass sehr häufig jeder der Emitter eine Intensitätsverteilung des emittierten Lichtes aufweist, die insbesondere in Richtung der Slow-Axis nicht eben ist. Ein Beispiel für derartige miteinander korrelierte Emitter ist aus Fig.

20 5a ersichtlich, in der beispielhaft die Intensitätsverteilung 14 zweier Emitter hinsichtlich der Ausbreitung der Emitter in der Slow-Axis-Richtung, die in Fig. 5a mit X bezeichnet ist, abgebildet ist. Wenn über entsprechende als Feldlinsen ausgebildete Fokussierlinsen das Licht der einzelnen Emitter in der Arbeitsebene überlagert wird,

25 entsteht eine Gesamtintensitätsverteilung 15, die aus Fig. 5b ersichtlich ist. Bei dieser Gesamtintensitätsverteilung 15 addieren sich die Intensitätsverteilungen 14 der einzelnen Emitter, so dass sich beispielsweise in Fig. 5b eine Gesamtintensitätsverteilung 15 ergibt, die auf ihrer linken Seite eine deutlich größere Intensität aufweist als

30 auf ihrer rechten Seite. Beispielsweise für die Druckindustrie ist eine solche Intensitätsverteilung kaum akzeptabel, weil zumeist eine rechteckförmige Intensitätsverteilung benötigt wird.

Aus der internationalen Patentanmeldung WO 03/0005103 A1 ist eine Anordnung zur Abbildung des von einem Laserdiodenbarren ausgehenden Lichts auf eine Brennebene bekannt, die zumindest teilweise das vorgenannte Problem löst. Bei dieser Anordnung ist zwischen der Fast-Axis-Kollimationslinse und dem zur Slow-Axis-Kollimierung dienenden Linsenarray oder anstelle der Fast-Axis-Kollimationslinse ein kammförmiges Wellenleitemittel eingefügt, das eine Mehrzahl von Wellenleitern aufweist. Dabei ist ein jeder dieser Wellenleiter jeweils einem der Emitter zugeordnet. In einem jeden der Wellenleiter wird das Licht eines einzelnen der Emitter derart häufig hin und her reflektiert, dass es zumindest teilweise homogenisiert wird. Durch diese Homogenisierung kann die Intensitätsverteilung eines jeden der Emitter teilweise begradigt werden, so dass bei der Überlagerung der Intensitätsverteilung der einzelnen Emitter letztlich eine Intensitätsverteilung entsteht, die eine rechteckigere Form als der Stand der Technik aufweist. Als nachteilig bei der Ausführungsform gemäß der vorgenannten internationalen Patentanmeldung erweist sich insbesondere, dass eine Vielzahl von optischen Komponenten verwendet wird, die die Beleuchtungsvorrichtung zum Einen kostenaufwendig in ihrer Herstellung und zum Anderen weniger effektiv gestalten, weil durch die Vielzahl der optischen Komponenten größere Verluste auftreten.

Das der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Problem ist die Schaffung einer Abbildungsvorrichtung und einer Beleuchtungsvorrichtung der eingangs genannten Art, die einfacher aufgebaut sind und eine gleichmäßigere Intensitätsverteilung des Lichtes in der Arbeitsebene zur Verfügung stellen.

Dies wird hinsichtlich der Abbildungsvorrichtung durch eine Abbildungsvorrichtung der eingangs genannten Art mit den

kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 und hinsichtlich der Beleuchtungsvorrichtung durch eine Beleuchtungsvorrichtung der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 13 erzielt. Die Unteransprüche betreffen bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung.

Gemäß Anspruch 1 ist vorgesehen, dass die Abbildungsvorrichtung Lichtleitmittel umfasst, die eine Eintrittsfläche für aus den Kollimationsmitteln austretendes Licht und eine Austrittsfläche aufweisen, aus der Licht zu den Fokussiermitteln austreten kann, wobei die Abbildungsvorrichtung derart ausgebildet ist, dass in die Eintrittsfläche Licht aus mindestens zwei der Emitter eintreten kann. Vorzugsweise sind die Lichtleitmittel dabei derart gestaltet, dass das Licht aus den mindestens zwei Emittern innerhalb der Lichtleitmittel zumindest teilweise gemischt werden kann. Insbesondere findet dabei die Mischung des Lichtes der mindestens zwei Emitter innerhalb der Lichtleitmittel nur in einer zu der Ausbreitungsrichtung senkrechten Richtung statt. Hierbei kann es sich beispielsweise um die Slow-Axis-Richtung handeln. Vorzugsweise ist die Abbildungsvorrichtung derart gestaltet, dass Licht aus im Wesentlichen sämtlichen der Emitter der Halbleiterlasereinheit in die Eintrittsfläche der Lichtleitmittel eintreten kann. Erfindungsgemäß kann erreicht werden, dass in den Lichtleitmitteln nicht nur das Licht eines einzelnen Emitters mit sich selbst überlagert und unter Umständen homogenisiert wird, sondern dass das Licht zweier oder mehrerer, insbesondere sämtlicher Emitter überlagert oder gemischt wird. Auf diese Weise ergibt sich zum Einen eine deutlich effektivere Überlagerung als bei dem aus der vorgenannten internationalen Patentanmeldung bekannten Stand der Technik. Zum Anderen können deutlich weniger Teile eingesetzt werden, weil insbesondere bei einer Überlagerung sämtlicher Emitter die Linsenarrays entfallen können, die einem jeden der Emitter eine einzelne Zylinderlinse zuordnen. Insbesondere die Linsenarrays

tragen erheblich zu den Fertigungskosten einer Abbildungsvorrichtung der eingangs genannten Art bei.

5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Lichtleitmittel als zumindest teilweise transparente planparallele Platte ausgeführt, die sich im Wesentlichen in Ausbreitungsrichtung des Lichtes erstreckt. Dabei kann die Ausdehnung der Eintrittsfläche in einer ersten Richtung kleiner sein
10 als in einer dazu senkrechten zweiten Richtung. Insbesondere kann die Ausdehnung der Eintrittsfläche in der Slow-Axis-Richtung deutlich kleiner sein als in der Fast-Axis-Richtung. Durch eine sehr kleine Ausdehnung des Lichtleitmittels in der Slow-Axis-Richtung wird die Anzahl der Reflektionen hinsichtlich des Slow-Axis-Anteils des Lichts
15 deutlich erhöht, so dass eine deutlich größere Vermischung des Slow-Axis-Anteils stattfindet. Unter Umständen muss dann, wenn das Licht sämtlicher Emitter in die Eintrittsfläche eintreten soll, eine Fokussierlinse hinsichtlich des Slow-Axis-Anteils vor der Eintrittsfläche vorgesehen sein, um das Licht sämtlicher Emitter in die
20 in Slow-Axis-Richtung vergleichsweise schmale Eintrittsfläche einzukoppeln.

 Gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind die Lichtleitmittel als sich im Wesentlichen in Ausbreitungsrichtung des Lichtes erstreckender zumindest teilweise transparenter Körper ausgebildet, der in Ausbreitungsrichtung in der
25 Mitte eine geringere Ausdehnung in einer zu der Ausbreitungsrichtung senkrechten Richtung aufweist als auf seiner der Halbleiterlasereinheit zugewandten Seite. Insbesondere kann der Körper eine in Slow-Axis-Richtung vergleichsweise breite
30 Eintrittsfläche aufweisen, in die das Licht sämtlicher Emitter ohne zusätzliche Fokussierungslinsen eingekoppelt werden kann.

Anschließend an die Eintrittsfläche verjüngt sich der Körper jedoch in Slow-Axis-Richtung, bis er eine sehr geringe Dicke in Slow-Axis-Richtung einnimmt. Durch diese Verjüngung wird wiederum die Anzahl der Reflektionen des Slow-Axis-Anteils deutlich erhöht, so dass eine gute Durchmischung des Slow-Axis-Anteils stattfindet.

Vorzugsweise weist der Körper des Lichtleitmittels auf seiner von der Halbleiterlasereinheit abgewandten Austrittsseite eine größere Ausdehnung in einer zu der Ausbreitungsrichtung senkrechten Richtung auf als in seiner Mitte. Durch diese an die schmale Mitte sich anschließende Verbreiterung des Körpers wird erreicht, dass das aus der Austrittsfläche austretende Licht bereits teilweise kollimiert ist und nicht durch zusätzliche Kollimationslinsen hindurchgeführt werden muss, bevor es von den Fokussierungsmitteln in die Arbeitsebene abgebildet werden kann. Auf diese Weise werden weitere Bauteile gespart, so dass die Abbildungsvorrichtung mit einer minimalen Anzahl von optischen Elementen auskommt. Dadurch können die Verluste innerhalb der Abbildungsvorrichtung minimiert werden. Weiterhin können die Herstellungskosten reduziert werden.

Bei beiden Ausführungsformen der Lichtleitmittel kann vorgesehen sein, dass der Fast-Axis-Anteil des Lichtes durch die Lichtleitmittel weitestgehend ungehindert hindurchtreten kann, so dass die Kollimierung des Fast-Axis-Anteils im Wesentlichen nicht beeinflusst wird.

Es besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit, dass die Eintrittsfläche und/oder die Seitenflächen und/oder die Austrittsfläche der Lichtleitmittel strukturiert sind. Diese Strukturierung der Eintrittsfläche und/oder der Seitenflächen und/oder der Austrittsfläche kann vorzugsweise durch Aufrauung, insbesondere durch gezielte Aufrauung realisiert werden. Durch eine derartige Strukturierung kann

-7-

die Durchmischung verbessert werden, weil insbesondere eine vergleichsweise willkürliche oder chaotische Reflektion oder Transmission an den entsprechenden Flächen stattfindet.

5 Wie bei dem Stand der Technik können die Kollimationsmittel als Fast-Axis-Kollimationslinse ausgebildet sein. Ebenso können ähnlich dem Stand der Technik die Fokussiermittel eine erste Fokussierlinse und eine zweite Fokussierlinse umfassen, die insbesondere als Feldlinse dienen können.

10

Die erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung gemäß Anspruch 13 ist gekennzeichnet durch eine erfindungsgemäße Abbildungsvorrichtung.

15

Es besteht insbesondere die Möglichkeit, dass bei der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung die Halbleiterlasereinheit und die Abbildungsvorrichtung auf einem gemeinsamen Träger angeordnet sind. Auf diese Weise können Halbleiterlasereinheit und Abbildungsvorrichtung werkseitig fest vormontiert werden.

20

Die erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung kann wie der Stand der Technik eine Halbleiterlasereinheit mit einem Laserdiodenbarren umfassen.

25

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

5

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung mit einer erfindungsgemäßen Abbildungsvorrichtung;

10

Fig. 2 eine Ansicht gemäß dem Pfeil II in Fig. 1;

Fig. 3 eine Ansicht gemäß dem Pfeil III in Fig. 1;

15

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung mit einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Abbildungsvorrichtung;

20

Fig. 5a schematisch die Intensitätsverteilung einzelner Emitter eines Laserdiodenbarrens;

Fig. 5b schematisch die Überlagerung der Intensitätsverteilungen gemäß Fig. 5a;

25

Fig. 5c schematisch die Gesamtintensitätsverteilung, die mit einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung erzielbar ist.

30

In Fig. 1 bis Fig. 4 sind zur besseren Übersichtlichkeit kartesische Koordinatensysteme eingezeichnet.

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, dass eine erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung eine Halbleiterlasereinheit 1 und eine Abbildungsvorrichtung 2 umfasst, die auf einem gemeinsamen Träger 3 angeordnet sind. Die Halbleiterlasereinheit 1 umfasst in dem abgebildeten Ausführungsbeispiel einen Laserdiodenbarren 4 und entsprechende Kühlkörper 5. Ein Laserdiodenbarren weist in der Regel in einer Richtung, in dem abgebildeten Ausführungsrichtung in X-Richtung, nebeneinander angeordnete Emitter auf. Weiterhin weist ein Laserdiodenbarren in der X-Richtung, in der die Emitter nebeneinander angeordnet sind eine kleinere Divergenz auf als in der dazu senkrechten Y-Richtung. Aus diesem Grunde wird die Y-Richtung die Fast-Axis und die X-Richtung die Slow-Axis genannt.

Von dem Laserdiodenbarren 4 geht das Licht in Fig. 1 im Wesentlichen in positiver Z-Richtung aus. Die Abbildungsvorrichtung 2 weist auf ihrer dem Laserdiodenbarren 4 zugewandten Seite ein Kollimationsmittel 6 auf, das als Fast-Axis-Kollimationslinse ausgebildet ist. Die Fast-Axis-Kollimationslinse ist im Wesentlichen eine Zylinderlinse mit Zylinderachse in X-Richtung. Das Kollimationsmittel 6 kollimiert die aus dem Laserdiodenbarren 4 austretende Laserstrahlung in Y-Richtung.

An die Fast-Axis-Kollimationslinse schließt sich in positiver Z-Richtung einer weitere Zylinderlinse 7 an, deren Zylinderachse sich in Y-Richtung erstreckt. Die Zylinderlinse 7 dient der Fokussierung des aus dem Kollimationsmittel 6 austretenden Lichtes auf die Eintrittsfläche eines in positiver Z-Richtung hinter der Zylinderlinse 7 angeordneten Lichtleitmittels 8. Das Lichtleitmittel 8 ist in dem in den Fig. 1 bis Fig. 3 abgebildeten Ausführungsbeispiel als vergleichsweise dünne, planparallele Platte aus einem zumindest teilweise transparenten Material ausgebildet, die sich im Wesentlichen in Z-Richtung erstreckt. Dabei ist die Abmessung des Lichtleitmittels 8 in

-10-

X-Richtung deutlich kleiner als in Y-Richtung und in Z-Richtung. Die Zylinderlinse 7 und das Lichtleitmittel 8 sind insbesondere derart angeordnet, dass Licht aus mehreren Emitttern des Laserdiodenbarrens 4, insbesondere das Licht aus sämtlichen Emitttern des Laserdiodenbarrens 4 in die Eintrittsfläche, das heißt die in Fig. 1 der Zylinderlinse 7 zugewandten Seite des Lichtleitmittels 8 eintritt. Das Licht aus den Emitttern des Laserdiodenbarrens 4 wird in Z-Richtung innerhalb des Lichtleitmittels weitergeleitet, wobei insbesondere das Austreten aus den Seitenflächen aufgrund von Totalreflektion weitestgehend verhindert wird, so dass das in das Lichtleitmittel 8 eingetretene Licht dieses an dem in Fig. 1 rechten stirnseitigen Ende in positiver Z-Richtung verlässt.

Hinter dem Lichtleitmittel 8 ist in positiver Z-Richtung eine weitere Zylinderlinse 9 angeordnet, die das aus dem Lichtleitmittel 8 austretende Licht in X-Richtung zumindest teilweise kollimiert. Die Zylinderachse der Zylinderlinse 9 erstreckt sich in Y-Richtung.

In positiver Z-Richtung hinter der Zylinderlinse 9 umfasst die Abbildungsvorrichtung 2 zwei Fokussierlinsen 10, 11, die das Licht in eine nicht dargestellte Arbeitsebene fokussieren beziehungsweise abbilden können. Die erste Fokussierungslinse 10 ist dabei als Zylinderlinse mit Zylinderachse in Y-Richtung ausgebildet. Die zweite Fokussierungslinse 11 ist dabei als sphärische Linse ausgebildet. Es besteht durchaus die Möglichkeit, die Fokussierungslinsen 10, 11 anders zu gestalten, beispielsweise in einer einzigen Linse zusammen zu fassen. Weiterhin kann anstelle der sphärischen Fokussierungslinse 11 eine Zylinderlinse mit Zylinderachse in X-Richtung verwendet werden. Letztlich haben die Fokussierungslinsen 10, 11 zusammen mit der zur Kollimierung dienenden Zylinderlinse 9 die Aufgabe, das aus dem Lichtleitmittel 8 austretende Licht in einen bestimmten vorgegebenen Bereich der Arbeitsebene abzubilden.

Durch das Lichtleitmittel 8 wird erreicht, dass das Licht, das von mehreren Emitttern des Laserdiodenbarrens 4 ausgeht, innerhalb des Lichtleitmittels derart zufällig überlagert wird, dass in der Arbeitsebene eine Überlagerung des Lichtes der unterschiedlichen Emitter des Laserdiodenbarrens 4 entsteht, die eine sehr gleichmäßige Intensitätsverteilung über die ausgeleuchtete Fläche aufweist. Insbesondere ist das Lichtleitmittel 8 derart ausgebildet, dass der Fast-Axis-Anteil des von dem Laserdiodenbarren 4 ausgehenden Lichtes durch das Lichtleitmittel nicht beeinflusst wird, so dass nur in der Slow-Axis-Richtung eine Mischung, insbesondere eine willkürliche oder chaotische Mischung des Lichtes stattfindet.

Im Gegensatz zum Stand der Technik, bei dem das von einzelnen Emittern ausgehende Licht derart überlagert wurde, dass beispielsweise bei allen Emittern auf der linken Seite vorhandene Intensitätsüberhöhungen (siehe Intensitätsverteilung 14 der einzelnen Emitter in Fig. 5a) bei der Überlagerung in der Arbeitsebene zu einer sehr nachteiligen Gesamtintensitätsüberhöhung (siehe Gesamtintensitätsverteilung 15 in Fig. 5b) auf der linken Seite führten, wird bei der erfindungsgemäßen Abbildungsvorrichtung 2 das von unterschiedlichen Emittern des Laserdiodenbarrens 4 ausgehende Licht derart willkürlich und chaotisch überlagert, dass auch dann, wenn beispielsweise sämtliche Emitter auf ihrer linken Seite eine Intensitätsüberhöhung aufweisen, die in der Arbeitsebene stattfindende Überlagerung des Lichtes keine Intensitätsüberhöhung auf der linken Seite aufweist (siehe Gesamtintensitätsverteilung 16 nach Durchgang durch die erfindungsgemäße Abbildungsvorrichtung 2 in Fig. 5c).

Dieser willkürliche und chaotische Überlagerungseffekt kann insbesondere dadurch verstärkt werden, dass die Eintrittsfläche

-12-

und/oder die Seitenflächen des Lichtleitmittels 8 gezielt aufgeraut werden. Beispielsweise kann eine Sinusstruktur aufgebracht werden, die Symmetrieachsen in Y-Richtung aufweist, so dass nur der Slow-Axis-Anteil des durch das Lichtleitmittel 8 hindurchtretenden Lichtes beeinflusst wird, nicht jedoch der Fast-Axis-Anteil.

Anstelle einer sinusähnlichen oder zylinderähnlichen Struktur kann auch eine zufällige, willkürliche Struktur aufgebracht werden.

Weiterhin besteht auch die Möglichkeit, die Austrittsfläche gezielt aufzurauen, um das Mischen oder Mixen des Slow-Axis-Anteils zu unterstützen.

Bei der aus Fig. 4 ersichtlichen Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung sind gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die Halbleiterlasereinheit 1 unterscheidet sich nicht von der Halbleiterlasereinheit der Ausführungsform gemäß Fig. 1 bis Fig. 3. Die Abbildungsvorrichtung 12 erfüllt die gleiche Funktion wie die Abbildungsvorrichtung 2, weist aber weniger Bauteile auf. Hinter dem Kollimationsmittel 6, das dem Kollimationsmittel 6 aus Fig. 1 bis Fig. 3 entspricht, ist keine weitere Zylinderlinse sondern direkt ein Lichtleitmittel 13 angeordnet, das eine andere Form aufweist als das Lichtleitmittel 8. Das Lichtleitmittel 13 weist an seinem in Z-Richtung vorderen und hinteren Ende eine größere Breite in X-Richtung auf als in seiner Mitte, wobei insbesondere die dem Laserdiodenbarren 4 zugewandte Eintrittsfläche in X-Richtung eine größere Ausdehnung aufweist als die der Arbeitsebene zugewandte Austrittsfläche. Insbesondere kann die Eintrittsfläche in X-Richtung etwa doppelt so breit sein wie die Austrittsfläche.

-13-

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 weist die Abbildungsvorrichtung 12 ebenfalls keine zweite zur Kollimierung der Slow-Axis dienende hinter dem Lichtleitmittel 13 angeordnete Zylinderlinse auf. Vielmehr schließen sich in positiver Z-Richtung an die Austrittsfläche des Lichtleitmittels 13 die Fokussierungslinsen 10, 11 an, die die gleiche Funktion erfüllen wie die Fokussierungslinsen 10, 11 der Abbildungsvorrichtung 2 gemäß Fig. 1 bis Fig. 3.

Aufgrund der besonderen Geometrie des Lichtleitmittels 13 kann auf die Zylinderlinsen 7, 9 vor und hinter dem Lichtleitmittel 13 verzichtet werden. Insbesondere ist die Eintrittsfläche des Lichtleitmittels 13 in X-Richtung so breit, dass das Licht mehrerer, insbesondere sämtlicher Emmitter des Laserdiodenbarrens 4 in die Eintrittsfläche eintritt. Durch die Zusammenschnürung der Breite in X-Richtung des Lichtleitmittels 13 etwa im mittleren Bereich wird eine effektive Mischung hinsichtlich des Slow-Axis-Anteils des Lichts erreicht. Durch die Aufweitung des Lichtleitmittels zur Austrittsseite hin ist das aus der Austrittsfläche austretende Licht zumindest teilweise derart kollimiert, dass es von den entsprechend gestalteten Fokussierlinsen 10, 11 in die Arbeitsebene fokussiert beziehungsweise abgebildet werden kann. Die Ausführungsform gemäß Fig. 4 setzt somit zwar einen höheren Fertigungsaufwand für das Lichtleitmittel 13 voraus, kommt aber insgesamt mit weniger Teilen aus, so dass die Abbildungsvorrichtung 12 geringere Verluste als die Abbildungsvorrichtung 2 aufweist.

Das Lichtleitmittel 13 kann ähnlich dem Lichtleitmittel 8 an der Eintrittsfläche und/oder an den Seitenflächen und/oder der Austrittsfläche strukturiert sein, um die Mischung des Lichtes hinsichtlich des Slow-Axis-Anteils zu unterstützen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Fokussierlinsen 10, 11 anders zu gestalten, beispielsweise in einer Linse zusammen zu fassen.

Patentansprüche:

1. Abbildungsvorrichtung für die Abbildung des Lichtes einer Halbleiterlasereinheit (1) mit einer Mehrzahl von Emittlern in eine Arbeitsebene, umfassend

- 5 - Kollimationsmittel (6) für die zumindest teilweise Kollimierung des von der Halbleiterlasereinheit (1) ausgehenden Lichtes in zumindest einer, zur Ausbreitungsrichtung (Z) des Lichts im Wesentlichen senkrechten Richtung (Y);
- 10 - Fokussiermittel für die zumindest teilweise Fokussierung oder Abbildung des zumindest teilweise kollimierten Lichts in die Arbeitsebene;

dadurch gekennzeichnet, dass

- 15 - die Abbildungsvorrichtung (2, 12) Lichtleitmittel (8, 13) umfasst, die eine Eintrittsfläche für aus den Kollimationsmitteln (6) austretendes Licht und eine Austrittsfläche aufweisen, aus der Licht zu den Fokussiermitteln austreten kann, wobei die Abbildungsvorrichtung (2, 12) derart ausgebildet ist, dass in
- 20 die Eintrittsfläche Licht aus mindestens zwei der Emitter eintreten kann.

2. Abbildungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitmittel (8, 13) derart gestaltet sind, dass das Licht aus den mindestens zwei Emittlern
- 25 innerhalb der Lichtleitmittel (8, 13) zumindest teilweise gemischt werden kann.

3. Abbildungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die Mischung des Lichtes der mindestens
zwei Emitter innerhalb der Lichtleitmittel (8, 13) zumindest
hinsichtlich einer zu der Ausbreitungsrichtung (Z) senkrechten
Richtung (X) stattfinden kann.
- 5
4. Abbildungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abbildungsvorrichtung (2, 12)
derart gestaltet ist, dass Licht aus im Wesentlichen sämtlichen
der Emitter der Halbleiterlasereinheit (1) in die Eintrittsfläche
der Lichtleitmittel (8, 13) eintreten kann.
- 10
5. Abbildungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitmittel (8) als
zumindest teilweise transparente planparallele Platte ausgeführt
sind, die sich im Wesentlichen in Ausbreitungsrichtung (Z) des
Lichts erstreckt.
- 15
6. Abbildungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch
gekennzeichnet, dass die Ausdehnung der Eintrittsfläche in
einer ersten Richtung kleiner ist als in einer dazu senkrechten
zweiten Richtung.
- 20
7. Abbildungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtleitmittel als sich im
Wesentlichen in Ausbreitungsrichtung (Z) des Lichtes
erstreckender zumindest teilweise transparenter Körper
ausgebildet sind, der in Ausbreitungsrichtung (Z) in der Mitte
eine geringere Ausdehnung in einer zu der Ausbreitungsrichtung
(Z) senkrechten Richtung (X) aufweist als auf seiner der
Halbleiterlasereinheit (1) zugewandten Seite.
- 25

-16-

8. Abbildungsvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch
gekennzeichnet, dass der Körper des Lichtleitmittels (13) auf
seiner von der Halbleiterlasereinheit (1) abgewandten
Austrittsseite eine größere Ausdehnung in einer zu der
5 Ausbreitungsrichtung (Z) senkrechten Richtung (X) aufweist als
in seiner Mitte.
9. Abbildungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Eintrittsfläche und/oder die
Seitenflächen und/oder die Austrittsfläche der Lichtleitmittel (8,
10 13) strukturiert sind.
10. Abbildungsvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch
gekennzeichnet, dass die Strukturierung der Eintrittsfläche
und/oder der Seitenflächen und/oder der Austrittsfläche durch
Aufrauung, insbesondere gezielte Aufrauung realisiert ist.
- 15 11. Abbildungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kollimationsmittel (6) als
Fast-Axis-Kollimationslinse ausgebildet sind.
12. Abbildungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fokussiermittel eine erste
Fokussierlinse (10) und eine zweite Fokussierlinse (11)
20 umfassen.
13. Beleuchtungsvorrichtung zur Beleuchtung eines vorgebbaren
Bereichs einer Arbeitsebene, umfassend eine
Halbleiterlasereinheit (1) und eine Abbildungsvorrichtung (2, 12)
zur Abbildung des Lichtes der Halbleiterlasereinheit (1) in eine
Arbeitsebene, gekennzeichnet durch eine Abbildungsvorrichtung
25 (2, 12) nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

-17-

14. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiterlasereinheit (1) und die Abbildungsvorrichtung (2, 12) auf einem gemeinsamen Träger (3) angeordnet sind.
- 5 15. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleiterlasereinheit (1) einen Laserdiodenbarren (4) umfasst.

Fig.1

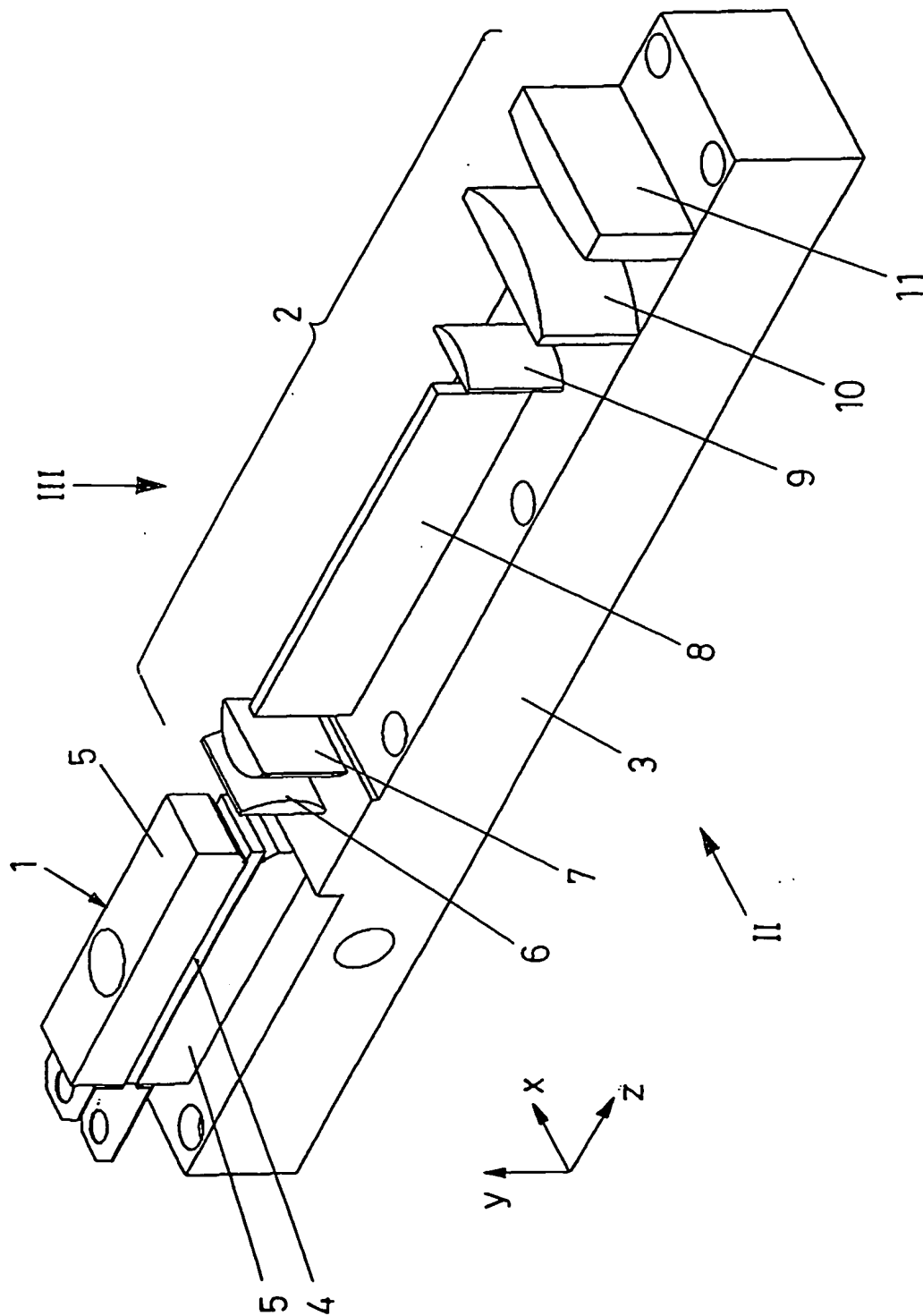


Fig. 2

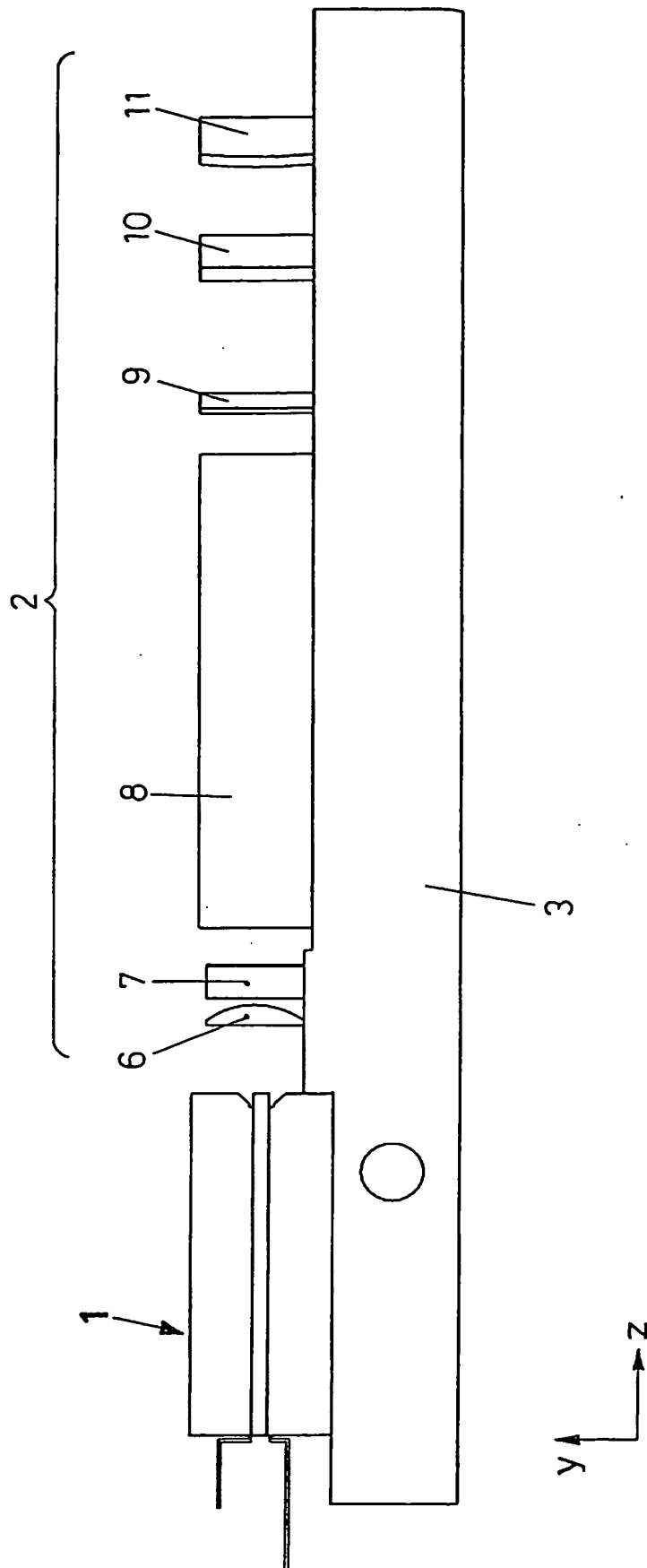


Fig. 3

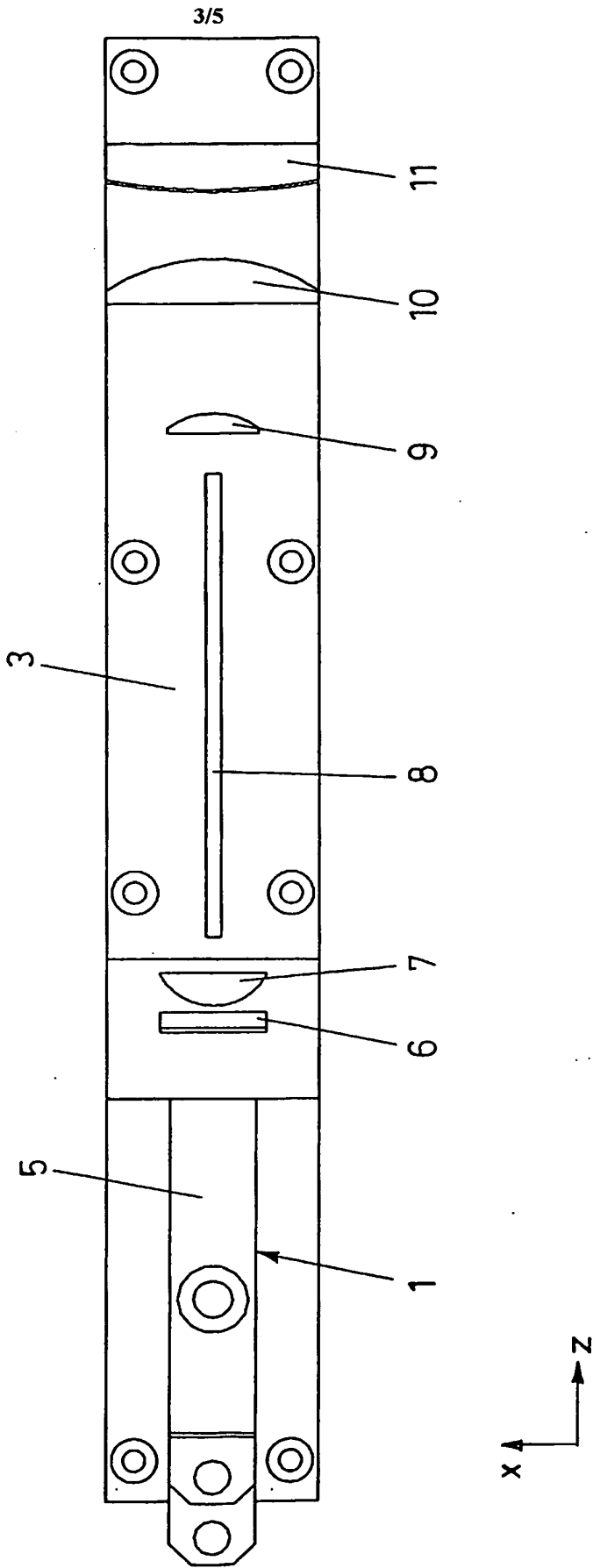


Fig. 4

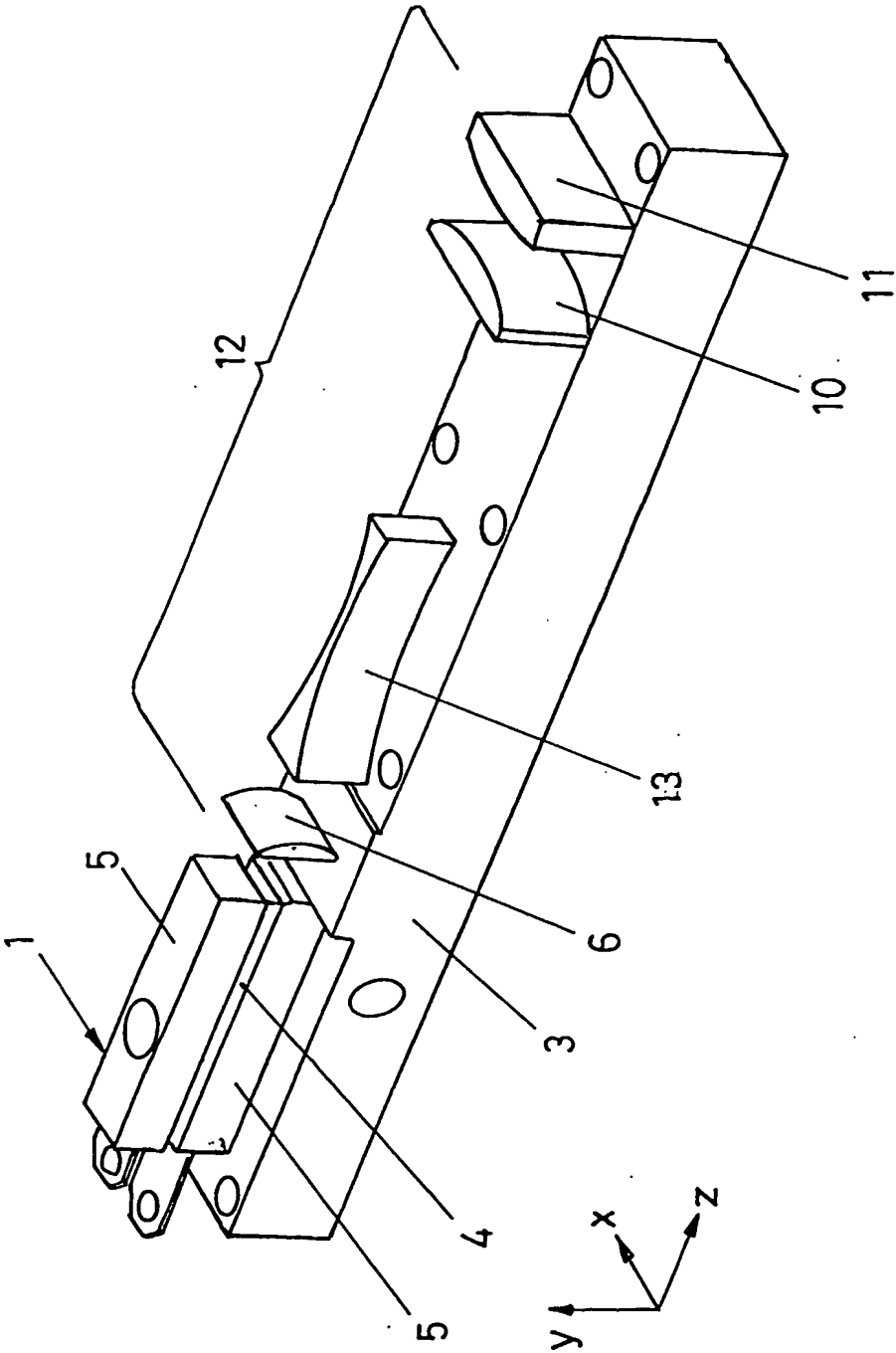


Fig. 5a

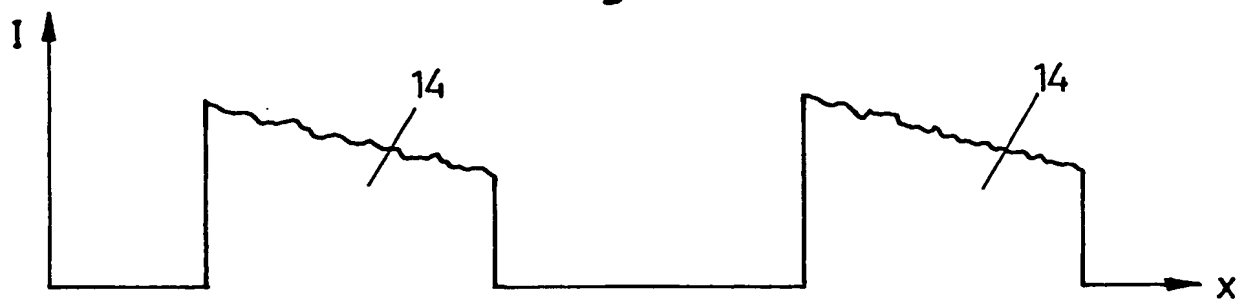


Fig. 5b

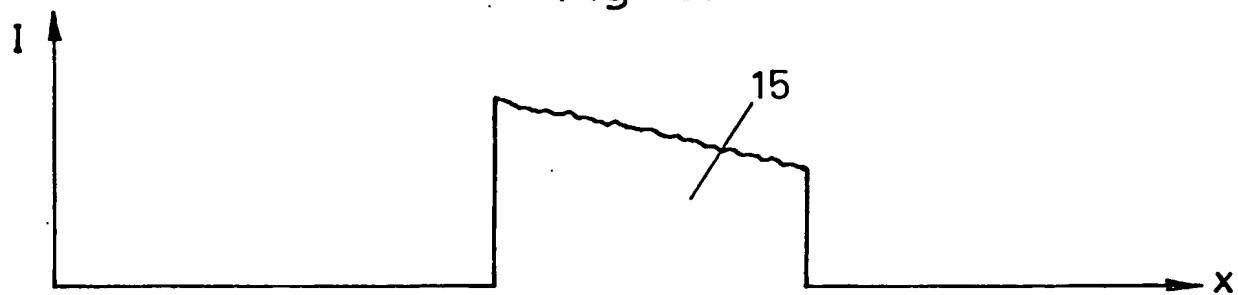
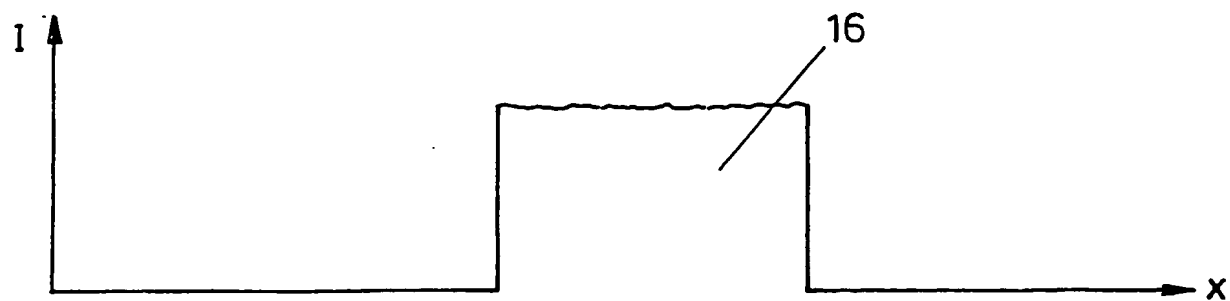


Fig. 5c



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/005863

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B41J2/45 G02B27/09

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B41J G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 797 691 A (AKIYOSHI NOBUYASU ET AL) 10 January 1989 (1989-01-10) column 3, line 19 - line 38; figure 2 -----	1-4, 13-15
A	WO 03/005103 A (HENTZE LISSOTSCHENKO PATENTVER ; MIKHAILOV ALEXEI (DE)) 16 January 2003 (2003-01-16) cited in the application page 4, line 27 - page 6, line 11 -----	1,5,13
A	US 5 594 752 A (ENDRIZ JOHN) 14 January 1997 (1997-01-14) column 6, line 30 - column 7, line 50; figure 4 -----	1,13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

8 document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 September 2004

Date of mailing of the international search report

13/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Groot, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/005863

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 4797691	A	10-01-1989	JP	2733055 B2		30-03-1998
			JP	63046409 A		27-02-1988
WO 03005103	A	16-01-2003	DE	10293000 D2		15-04-2004
			WO	03005103 A1		16-01-2003
US 5594752	A	14-01-1997	US	5745153 A		28-04-1998
			US	5793783 A		11-08-1998
			US	5802092 A		01-09-1998
			DE	69312879 D1		11-09-1997
			DE	69312879 T2		12-03-1998
			EP	0601485 A2		15-06-1994
			JP	6227040 A		16-08-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/005863

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B41J2/45 G02B27/09

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B41J G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 797 691 A (AKIYOSHI NOBUYASU ET AL) 10. Januar 1989 (1989-01-10) Spalte 3, Zeile 19 - Zeile 38; Abbildung 2 -----	1-4, 13-15
A	WO 03/005103 A (HENTZE LISSOTSCHENKO PATENTVER ; MIKHAILOV ALEXEI (DE)) 16. Januar 2003 (2003-01-16) in der Anmeldung erwähnt Seite 4, Zeile 27 - Seite 6, Zeile 11 -----	1, 5, 13
A	US 5 594 752 A (ENDRIZ JOHN) 14. Januar 1997 (1997-01-14) Spalte 6, Zeile 30 - Spalte 7, Zeile 50; Abbildung 4 -----	1, 13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

g Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. September 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/09/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Groot, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/005863

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4797691	A	10-01-1989	JP 2733055 B2	30-03-1998
			JP 63046409 A	27-02-1988
WO 03005103	A	16-01-2003	DE 10293000 D2	15-04-2004
			WO 03005103 A1	16-01-2003
US 5594752	A	14-01-1997	US 5745153 A	28-04-1998
			US 5793783 A	11-08-1998
			US 5802092 A	01-09-1998
			DE 69312879 D1	11-09-1997
			DE 69312879 T2	12-03-1998
			EP 0601485 A2	15-06-1994
			JP 6227040 A	16-08-1994

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.